

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

### [Detailed Description of the Invention]

#### [Industrial Application]

This invention relates to the development method of developing the latent image formed by the xerography or the electrostatic recording method.

#### [Description of the Prior Art]

These people formed the thin layer of a developer on developer support, and made the developer of this thin layer approach a latent image, and the developer which develops negatives by impressing mutual electric field to this access portion was proposed (JP,58-32375,B, 58-32377 official report).

Although this equipment has high development effectiveness (the toner which may be consumed by development among the toners which exist in the development section comparatively) and it is dramatically advantageous in respect of a miniaturization etc., since the developer used in this equipment is 1 component magnetism toner with indispensable containing magnetic material, it has defects, like that fixable [ of a developer ] is bad, and the repeatability of a color picture is bad.

The development method and equipment which develop negatives by an applicant's using a nonmagnetic toner, and developing the method and equipment which form the thin layer of only a nonmagnetic toner on a developer support member, making the thin layer of only a nonmagnetic toner meet a latent image as equipment with which this defect is compensated, and impressing mutual electric field were proposed (JP,58-143360,A, 59-101680 official report).

Although this was useful, maintaining the advantage of the developer which uses the aforementioned magnetic toner since it canceled the defect by a toner containing a magnetic material, the defect of development properties -- the concentration of a developed image being comparatively low and the below-mentioned electronegative property (image concentration falls with lifting of latent-image potential) may be shown -- was found out.

Moreover, although what is known as the so-called 2 component MAG brush developing-negatives method (for example, JP,53-93841,A) can use a nonmagnetic developer Since there are few rates of the toner in which the consumption in the magnetic brush in the development section is possible, since development effectiveness is low, There is the need of a developing roller making a lot of developers for every revolution in order to obtain sufficient predetermined development concentration, and it making a constant rate and toner concentration homogeneity on a developing roller, and applying, and a development counter configuration must be enlarged and it must complicate. Furthermore, there is a defect of the marks of \*\*\*\* with a brush occurring in a developed image like eye \*\*.

#### [Problem(s) to be Solved by the Invention]

This invention was made in view of the above-mentioned conventional situation, and aims at offer of the development method which can obtain the development image which is not inferior even if development effectiveness is very high and surpasses a development method conventionally and which can be miniaturized.

#### [Means for Solving the Problem]

This invention forms a magnetic brush layer which has a toner particle layer, a toner particle, and a

magnetic particle on a developer support member. In a development method of impressing bias electric field which have an alternating current component and a dc component between electrostatic latent-image support for supporting this developer support member and an electrostatic latent image, and developing this electrostatic latent image (a) This magnetic particle is covered with silicon resin, and mixed processing of this covered magnetic particle is further carried out with a fluorine-containing polymer particle 1 micrometer or less. (b) A rate of a volume ratio which a magnetic particle in the development section by which a toner particle is transferred or supplied to this developer support member and this electrostatic latent-image support that counters occupies is 1.5 - 30%. (c) Make electric field of an alternating current component into frequency of 1000-3000Hz, and this electrostatic latent image is not destroyed for peak pair peak voltage. And this magnetic particle is made into voltage to which between this developer support member and this electrostatic latent-image support is moved in the development section. (d) Set in this development section, a toner particle of this toner particle layer on this developer support member and a toner particle of this magnetic brush layer are made to transfer or supply to this electrostatic latent-image support, and it is related with a development method characterized by developing this electrostatic latent image.

A nonmagnetic toner said here points out a toner in which only magnetization of 10 or less emv/g is shown by external magnetic field 50000e and which cannot carry out behavior as a magnetic toner substantially.

this invention persons perform development which formed a clear development magnetic pole in the development section, and was concentrated locally, as a result of inquiring wholeheartedly about the amelioration after these people's proposing JP,58-143360,A, It found out that improvement in image quality, such as stabilization of frictional electrification nature to a toner, stabilization of toner supply to up to a sleeve, gradation nature, and homogeneity, etc. was attained by frictional electrification endowment to a toner mainly increasing sleeve surface area in 1 component system development method etc. Furthermore, in applying to this development method, a magnetic particle used in this invention had very good effectiveness which distributes a toner of optimum dose to up to toner support and a magnetic particle, and in order to improve stabilization of frictional electrification nature to a toner further, it found out that it was very advantageous to achievement of an image formation method of this invention. That is, most important point for achievement of a compact image formation method that ATR, and a powerful toner and magnetic particle mixing equipment by this invention are unnecessary is for a supplied toner to be able to distribute on toner support and a magnetic particle quantitatively, and for a toner carry out frictional electrification to homogeneity, and carry out flight development efficiently by alternating electric field from on the both. For that purpose, it found out that an effect with most sufficient carrying out mixed processing mechanically and using a fluorine-containing polymer particle 1 micrometer or less for a magnetic particle covered with silicon resin was acquired. That is, also in a developer without ATR, or a powerful toner and magnetic particle mixing equipment, incorporation of a toner is controlled to homogeneity, and moreover a magnetic particle used for this invention can give sufficient positive frictional electrification nature for a toner, and found out giving a clear image without fogging and concentration nonuniformity.

Hereafter, this invention is explained to details using a drawing.

Drawing 1 is one cross section of a developer of this invention.

In drawing 1, 1 is electrostatic latent-image support which supports an electrostatic latent image which should be developed, and is specifically an endless movable photoconductor drum, a belt, a dielectric drum, or a belt. A method of besides forming an electrostatic latent image is good by not a summary but a well-known method of this invention. Electrostatic latent-image support is a photoconductor drum in which an electrostatic latent image is formed of a xerography, and is pivotable in the direction of an arrow head a in drawing 1.

Equipment of drawing 1 has the developer container 2, the development sleeve 3 (it is only called a sleeve below) which is a developer support member, the magnet 4 which is a magnetic field generating means, the regulation blade 5 (it is only called a blade below) which controls an amount of a developer conveyed by the development section on a sleeve 3, the power supply 6 which is mutual electric-field

means forming. Each configuration is explained below.

A container 2 holds a developer which has a magnetic particle 7 and the toner particle 8 as mixture. Sleeves 3 are products made from a non-magnetic material, such as aluminum, are prepared in the above-mentioned opening of a container 2, expose a part of the front face, and are making other fields rush in into a container 2. A sleeve 3 is supported to revolve pivotable around a shaft right-angled on a drawing, and revolution actuation is carried out in the direction shown by arrow head b. Although a sleeve 3 is a cylinder-like sleeve in drawing 1, an endless belt is sufficient as this.

A sleeve 3 counters with a minute gap to a photoconductor drum 1, and constitutes the development section B. A toner and a magnetic particle are conveyed by this development section B by sleeve 3, and (1.5 - 30%) of magnetic particle exists here at a rate of a volume ratio. About this point, it mentions later.

A magnet 4 is fixed to the sleeve 3 interior in quiescence, and it is immobilization also at the time of a revolution of a sleeve 3. A magnet 4 has 4f of N magnetic poles and 4g of S magnetic poles which convey a developer after S magnetic pole 4e which is 4d of N magnetic poles which control developer coverage to a sleeve 3 top in collaboration with the below-mentioned blade 5, and a development magnetic pole, and development section passage in a container 2. Reverse is sufficient as the south pole and N pole. Although this magnet is a permanent magnet in drawing 1, it may be replaced with this and may use an electromagnet.

Although a blade 5 can use a magnetic material and a non-magnetic material, in drawing 1, the head is products made from a non-magnetic material, such as aluminum, at least, it extended in a longitudinal direction of a sleeve 3 near the upper part of a opening of a container 2, and the base was fixed to a container 2 and a head side has countered a front face of a sleeve 3 with a gap. 50-500 micrometers, a gap of a head of a blade 5 and a front face of a sleeve 3 is 100-350 micrometers preferably, and is 300 micrometers in drawing 1. If this gap is smaller than 50 micrometers, it is tended to get a magnetic particle blocked in this gap section, and if it exceeds 500 micrometers, a magnetic particle and a toner pass through a gap so much, and a developer layer of thickness suitable on a sleeve 3 cannot be formed. Thickness of a developer layer is smaller than a gap of a photoconductor drum 1 and a sleeve 3 in the below-mentioned development section (however, thickness of a developer is the thickness on the sleeve 3 in the condition that magnetism is not working, at this time). In order to make a developer layer of such thickness, although a gap of a sleeve side and a photoconductor drum side, an EQC, or a small thing of a gap of a blade head and a sleeve side is desirable, it is possible as for more than it.

The magnetic particle circulation limited member 9 is formed, and this restricts a circulation region within the container 2 of the below-mentioned magnetic particle to an interior side of container 2 of a blade 5.

Impress voltage between the power supply 6 photoconductor drum 1 and a sleeve 3, mutual electric field are made to form in an opening between them, and it is made to transfer to the toner photoconductor drum 1 from a developer on a sleeve 3. Unsymmetrical mutual voltage of a form where peak voltage of a negative side superimposed direct current voltage on such mutual voltage also on the same symmetry mold mutual voltage the positive side is sufficient as voltage by power supply 6. As a concrete voltage value, as an example, direct-current-voltage-300V are superimposed, 500 - 2200Vpp and frequency [ of 1000-3000Hz ] mutual voltage are impressed to a sleeve 3 side for peak pair peak voltage, and a photoconductor drum 1 is held to touch-down potential to an electrostatic latent image of dark space potential-600V and bright section potential-200V, for example.

A magnetic particle 7 is supplied to a container 2. By magnetic poles 4d and 4g, the supplied magnetic particle 7 is held on a sleeve 3, adheres over the whole front face of a sleeve 3 which faces in a container 2, and constitutes a magnetic particle layer. Then, a toner 8 is thrown in in a container 2 and a toner layer is formed in an outside of said magnetic particle layer. As for the magnetic particle 7 supplied to the aforementioned beginning, it is desirable that 4 - 30% (weight) and a toner are included from the first to a magnetic particle.

Once adsorption maintenance of the magnetic particle 7 is carried out as a magnetic particle layer on sleeve 3 front face, also with an oscillation of equipment or a quite big inclination, substantially, floating

or dip will not be generated but \*\*\*\* which covered a front face of a sleeve 3 will be maintained. Next, if a sleeve 3 is rotated in the direction of arrow head b, a magnetic particle will go up in the direction which met a front face of a sleeve 3 from the lower part of a container 2, and will result near the blade 5.

Then, a part of magnetic particle passes through a gap of a head of a blade 5, and a front face of a sleeve 3 with a toner. moreover -- although it collects in point 15 location of sleeve 3 front face and some can move by keeping with gravity, magnetic force and restraining force based on an effect by existence of a blade 5, and conveyance force to the migration direction of a sleeve 3, even if, as for a part for a magnetic particle layer of the section near the point of a blade 5, revolution actuation of the sleeve 3 is carry out in the direction of arrow head b -- a motion -- be blunt -- a quiescence layer is form. Moreover, when rotating a sleeve 3 in the direction of arrow head b, by choosing suitably an arrangement location of a magnetic pole, the fluidity of a magnetic particle 7, and magnetic properties, it circulates through a magnetic brush in the direction of arrow head c near 4g of magnetic poles, and it forms a circulation layer. In this circulation layer, the amount of magnetic particle comparatively near a sleeve 3 rises by the revolution of a sleeve 3 to up to the aforementioned quiescence layer which is in the revolution downstream of a sleeve from about 4d of magnetic poles. That is, force made the upper part is received. Since the amount of [ the / which was pushed up ] magnetic particle is having a maximum of the circulating zone determined by the magnetic particle circulation region limited member 9 prepared in the upper part of a blade 5, it has not been ridden on up to a blade 5 by it, it falls with gravity, and returns to about 4g of magnetic poles again. In this case, by pushing up, before [ which is located and received in the distance from a sleeve front face ] the amount of magnetic particle with small force reaches the magnetic particle circulation region limited member 9, it may fall. That is, in this circulation layer, like an arrow head c, circulation of a magnetic brush of a magnetic particle is performed, and a magnetic brush incorporates the nonmagnetic toner 8 serially from a toner layer which is on a magnetic particle layer in the case of this circulation, and repeats this circulation with revolution actuation of return and the following sleeve 3 in the lower part in the developer supply container 2 with the fluidity (viscosity) of gravity, magnetic force by magnetic pole, frictional force, and a magnetic particle.

By circulating to this appearance with a revolution of a sleeve 3, a toner 8 is charged by friction with a magnetic particle 7 and sleeve 3 front face. At this time, control of toner concentration of a developer in the development section of a sleeve 3 and the amount of frictional electrifications serves as a factor with an important condition of the aforementioned magnetic brush. That is, by applying a magnetic particle currently used for this invention, a motion of a circulation layer of a magnetic brush becomes loose and uniform, and becomes possible [ taking out a toner in the development section of a sleeve 3 in the amount of low, and uniformly ]. Furthermore, it becomes possible to give sufficient amount of frictional electrifications for a toner in any circulation.

Near this side of a blade 5, by 4d of magnetic poles, it is drawn on sleeve 3 front face by the magnetic particle 7 near a front face of a sleeve 3, and with a revolution of a sleeve 3, it escapes from a lower part of a blade 5, and comes out of a container 2. In this case, a magnetic particle 7 carries out a toner adhering to that front face together. Moreover, a part of electrified toner particle 8 comes out of a sleeve 3 top out of a container, adhered to sleeve 3 front face according to reflection force. A blade 5 regulates the amount of developers applied on a sleeve 3.

In order for a toner quantitative ratio with a sleeve [ in this invention ] and magnetic particle top to also improve flight development nature from both most at this time,

$$1/10 \leq T_1/T_2 \leq 2/1 \quad \left\{ \begin{array}{l} T_1 : \text{スリーブ上のトナー量} \\ T_2 : \text{磁性粒子上のトナー量} \end{array} \right.$$

It is desirable that it is \*\*\*\*\*. when larger than this ratio, there are few toners of a magnetic particle -- elapsing -- the increase of surface area on a sleeve -- if there are few effects and they are conversely

smaller than this ratio the bottom, it will become the image quality became the development only from a magnetic particle and it was ruined.

A measuring method of the amount of toners is described below. After forming a magnetic brush by mixture of a magnetic particle and a toner on a sleeve first, magnet attraction of this magnetic brush was carried out with a stationary magnet, and the toner weight T2 (mg) was measured by flushing a toner with a surfactant. Next, a smooth filter paper was attracted for a toner which remained on a sleeve from which a magnetic brush was removed as a filter, and the toner weight T1 on a sleeve (mg) was computed.

Moreover, toner concentration T3 (% of the weight) of a developer in the development section is  $(T1+T2) / C$ . C: It asks with the amount of sleeve top magnetic particles, and it is desirable that it is 4 - 30 % of the weight.

Thus, a developer layer (mixture of a magnetic particle 7 and a toner 8) formed on a front face of a sleeve 3 results in the development section which meets a photoconductor drum 1 with a revolution of a sleeve 3. Here, by mutual electric field impressed between a photoconductor drum 1 and a sleeve 3, a toner transfers on a latent image from a front face of a sleeve 3, and a front face of a magnetic particle, and this latent image is developed.

Subsequently, behavior of a magnetic particle is explained to a toner list in the development section with drawing 2. Since an electrostatic latent image is constituted by negative charge (image dark space) in drawing 2, electric field by electrostatic latent image are directions shown by arrow head a. A toner was electrified by a toner particle and magnetic particle by mutual friction within a developer, or/and sleeve, and a magnetic particle wears a negative charge. A charge is poured in and the electrification polarity may change with the charge-and-discharge time constants of a charge with which a magnetic particle is determined by the construction material and configuration, and others according to electric field.

Moreover, in drawing 1, it rotates like an arrow head so that a photoconductor drum 1 and a sleeve 3 may serve as the same hoop direction migration. The above-mentioned mutual voltage is impressed to space between these according to a power supply 6, and mutual electric field are formed. On the other hand, corresponding to the maximum contiguity section of a photoconductor drum 1 and a sleeve 3, there is magnetic pole 4e of a magnet 4 in the interior of a sleeve 3.

There is a developer which is a magnetic particle 7, a toner 8, and mixture which have been conveyed by the revolution of a sleeve 3 in this space like the above-mentioned. In a point that a magnetic particle 7 exists here, it differs from a case (JP,58-143360,A and 59-101680 official report) of a development method by the so-called aforementioned 1 component nonmagnetic developer thin layer intrinsically.

Moreover, from relation of a rate of a volume ratio of a magnetic particle in this portion (after-mentioned), as compared with so-called usual magnetic brush development method, there are few amounts of an existing magnetic particle far, and they differ also from a magnetic brush development method intrinsically in this point. In an operation which is 4d of magnetic poles, few of this magnetic particle 7 forms the magnetic brush 14 which stood in a row in the shape of a chain in the state of [ sparse ] a condition of \*\*.

Since flexibility is increasing, behavior of the magnetic particle 7 in the development section is special. That is, since both a sleeve front face and a magnetic particle front face can be opened while a magnetic brush of this sparse magnetic particle forms uniform distribution in the direction of line of magnetic force, an adhesion toner on a front face of a magnetic particle can be supplied to a photoconductor drum, without being prevented by magnetic brush, and a toner which adhered to a sleeve front face by formation of a uniform open front face on a front face of a sleeve can fly from a sleeve front face to a photoconductor drum front face by alternating electric field.

Here, a rate of a volume ratio of a magnetic particle in the development section is explained. The "development section" is a portion by which a toner is transferred or supplied to a photoconductor drum 1 from a sleeve 3, and specifically, it points out a field in which a magnetic brush is in contact with electrostatic latent-image support as shown in I and II of drawing 2. "A rate of a volume ratio" is the percentage of volume which a magnetic particle which exists in [ which receives capacity of this development section ] it occupies. this invention person found out that it was very desirable to have

effect with this important rate of a volume ratio in the above-mentioned developer and to make this into 2.6 - 26% especially 1.5 to 30% various experiments and as a result of consideration.

At less than 1.5%, it is not desirable in respect of that lowering of developed image concentration is accepted, that a sleeve ghost occurs, that a remarkable concentration difference occurs between portions which are not used as a portion in which the magnetic brush 14 exists, thickness of a developer layer formed on sleeve 3 front face becoming uneven on the whole, etc.

If 30% is exceeded, it is not desirable in respect of a degree which closes a sleeve side increasing and fogging occurring etc.

Even if especially this invention follows an increment or reduction of a rate of a volume ratio, and image quality does not deteriorate or increase it in monotone, but image concentration sufficient in 1.5 - 30% of range is obtained and it exceeds 30% at least less than 1.5%, image quality lowering occurs and, moreover, this image quality is based on data of generating neither a sleeve ghost nor fogging, by sufficient above-mentioned range of number. It is thought that the former image quality lowering is based on an electronegative property, and it is thought that the latter is produced from abundance of a magnetic particle becoming large, it becoming impossible to open sleeve 3 front face, and the toner amount of supply from sleeve 3 front face decreasing substantially.

Moreover, at less than 1.5%, it is inferior to the repeatability of a line drawing image, and lowering of image quality concentration is remarkable. Conversely, there is a problem of an imprint produced in order that a magnetic particle may adhere as some of problems which damage a photoconductor drum side, and images and may go, when 30% is exceeded, and fixation.

case [ and ] existence of a magnetic particle is close to 1.5% -- the time of a rendering of a uniform high concentration image (solid black) of a large area -- oh, since partial development nonuniformity called "\*" may occur (specially -- environment -- lower), it is desirable to consider as a rate of a volume ratio which these cannot generate easily. To the development section, a rate of a volume ratio of a magnetic particle is 2.6% or more, and, as for this range, this numeric value serves as a more desirable range. Moreover, when existence of a magnetic particle is close to 30%, toner makeup from a sleeve side may be overdue around a portion which a magnetic brush of a magnetic particle touches, and flake concentration nonuniformity may be produced at the time of a solid black rendering (when it is development speed size etc.). As a positive range which prevents this, the above-mentioned rate of a volume ratio of a magnetic particle becomes what has 26 more desirable% or less.

If a rate of a volume ratio is the range which is 1.5 - 30%, the magnetic brush 14 will be formed in the condition sparse to a desirable degree on sleeve 3 front face. Since a toner of both on a sleeve 3 and the magnetic brush 14 is fully opened to a photoconductor drum 1 and carries out flight transition also of the toner on a sleeve by mutual electric field High development effectiveness (in the case of a toner which may be consumed by development among toners which exist in the development section), and high-definition concentration are obtained from almost all toners being in a condition which can be consumed in development. Preferably, a deer is carried out, an oscillation of an intense brush is produced, and a minute toner which has adhered to a magnetic particle and a sleeve 3 by this is unfolded. Anyway, generating of \*\* unevenness in the case of a magnetic brush etc. or a ghost image can be prevented. Furthermore, by oscillation of a brush, since friction contact to a magnetic particle 7 and a toner 8 becomes active, frictional electrification to a toner 8 is raised, and fogging generating can be prevented. In addition, it is suitable for a miniaturization of a developer that development effectiveness is high. A rate of a volume ratio of the magnetic particle 7 which exists in the above-mentioned development section is  $(M/h) \times (1/\rho) \times [(C/(T+C))]$ .

It can come out and ask. True-density g/cm<sup>3</sup> of a magnetic particle and  $C/(T+C)$  are [ here, ] the distance (cm) of an electrostatic latent-image support and a developer support member, and  $\rho$  is the weight rate of a magnetic particle in a developer on a sleeve. [ in / M, and / in h / the development section ] [ coverage (g/cm<sup>2</sup>) of a developer per unit area of a sleeve (mixture -- at the time of non-\*\*\*\*) ]

In addition, as for a rate of a toner to a magnetic particle, in the development section of the above-mentioned definition, it is desirable that it is 3 - 30 % of the weight.

An electrostatic latent image is dark space, -600V [ for example, ], and the direction of electric field by this is in agreement with the direction of electric field by latent image in a phase with which a positive component of mutual electric field is impressed to a sleeve 3 side. An amount of a charge poured into the magnetic brush 14 of a magnetic particle by electric field at this time serves as max, and it is electrified by magnetic particle, and in the magnetic brush 14, like a graphic display ( drawing 2 I ), it will be in the maximum standing-up condition, a magnetic long brush is prolonged on a photoconductor drum 1 front face, and a short magnetic brush flies to photoconductor drum 1 front face according to an operation of electric field.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2646221号

(45) 発行日 平成9年(1997) 8月27日

(24) 登録日 平成9年(1997) 5月9日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 G 15/09			G 0 3 G 15/09	Z
9/113			15/08	5 0 1 Z
15/08	5 0 1			5 0 7 L
	5 0 7		9/10	3 5 2
				3 4 1
請求項の数 1 (全 10 頁)				

(21) 出願番号 特願昭63-4708

(22) 出願日 昭和63年(1988) 1月14日

(65) 公開番号 特開平1-182857

(43) 公開日 平成1年(1989) 7月20日

(73) 特許権者 999999999

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 小林 邦子

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ

ヤノン株式会社内

(72) 発明者 池田 武志

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ

ヤノン株式会社内

(72) 発明者 川上 宏明

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ

ヤノン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 豊田 善雄

審査官 青木 俊明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 現像方法

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 現像剤担持部材上にトナー粒子層とトナー粒子及び磁性粒子を有する磁気ブラシ層とを形成し、該現像剤担持部材と静電潜像を担持するための静電潜像担持体との間に交流成分及び直流成分を有するバイアス電界を印加して該静電潜像を現像する現像方法において、

(a) 該磁性粒子がシリコン樹脂により被覆されており、更にこの被覆された磁性粒子が1  $\mu$  m以下の含フッ素ポリマー微粒子と混合処理されており、

(b) 該現像剤担持部材と対向する該静電潜像担持体に トナー粒子が転移又は供給される現像部における磁性粒子が占める体積比率が1.5~30%であり、

(c) 交流成分の電界を周波数1000~3000Hzとし、ピーク対ピーク電圧を該静電潜像を破壊せず、かつ現像部において該磁性粒子を該現像剤担持部材と該静電潜像担持

2

体間を移動させる電圧とし、

(d) 該現像部において該現像剤担持部材上の該トナー粒子層のトナー粒子及び該磁気ブラシ層のトナー粒子を該静電潜像担持体に転移又は供給させて、該静電潜像を現像することを特徴とする現像方法。

【発明の詳細な説明】

〔産業上の利用分野〕

本発明は電子写真法あるいは静電記録法などによって形成された潜像を現像する現像方法に関する。

〔従来の技術〕

本出願人は、現像剤の薄層を現像剤担持体上に形成し、該薄層の現像剤を潜像に接近させ、この接近部分に交互電界を印加して現像を行なう現像装置を提案した(特公昭58-32375号公報、同58-32377号公報)。

この装置は現像効率(現像部に存在するトナーのうち



現像に消費され得るトナーの割合)が高く、小型化などの面で非常に有利であるが、この装置において使用される現像剤は磁性材を含有することが必須である1成分磁性トナーであるために、現像剤の定着性が悪いこと、またカラー画像の再現性が悪いこと、などの欠点を有する。

この欠点を補う装置として出願人は、非磁性トナーを使用し、非磁性トナーのみの薄層を現像剤担持部材上に形成する方法および装置を開発し、非磁性トナーのみの薄層を潜像に対面させて交互電界を印加して現像を行なう現像方法および装置を提案した(特開昭58-143360号公報、同59-101680号公報)。

これは、前記の磁性トナーを使用する現像装置の利点を保ちつつ、トナーが磁性材料を含有することによる欠点を解消したので有用であるが、現像像の濃度が比較的低いことおよび後述の負性特性(画像濃度が潜像電位の上昇とともに低下すること)を示す場合があるなどの現像特性の欠点が見出された。

また、いわゆる2成分磁気ブラシ現像法として知られているもの(例えば、特開昭53-93841号公報)は、非磁性現像剤を使用できるが、現像部における磁気ブラシ中の消費可能なトナーの割合が少ないので現像効率が低いため、所定の十分な現像濃度を得るために多量の現像剤を現像ローラーが回転毎に現像ローラー上に一定量かつトナー濃度を均一にして塗布する必要があり、現像器構成を大型化、複雑化しなければならない。さらに、ブラシによる摺擦の跡が掃目のように現像像に発生するなどの欠点がある。

[発明が解決しようとする問題点]

本発明は上述の従来の事情に鑑みなされたもので、現像効率が極めて高く、かつ従来現像方式に優るとも劣らない現像画像を得ることができる小型化可能な現像方式の提供を目的とする。

[問題点を解決するための手段]

本発明は、現像剤担持部材上にトナー粒子層とトナー粒子及び磁性粒子を有する磁気ブラシ層とを形成し、該現像剤担持部材と静電潜像を担持するための静電潜像担持体との間に交流成分及び直流成分を有するバイアス電界を印加して該静電潜像を現像する現像方法において、

(a) 該磁性粒子がシリコン樹脂により被覆されており、更にこの被覆された磁性粒子が $1\mu\text{m}$ 以下の含フッ素ポリマー微粒子と混合処理されており、

(b) 該現像剤担持部材と対向する該静電潜像担持体にトナー粒子が転移又は供給される現像部における磁性粒子が占める体積比率が1.5~30%であり、

(c) 交流成分の電界を周波数1000~3000Hzとし、ピーク対ピーク電圧を該静電潜像を破壊せず、かつ現像部において該磁性粒子を該現像剤担持部材と該静電潜像担持体間を移動させる電圧とし、

(d) 該現像部において該現像剤担持部材上の該トナー

粒子層のトナー粒子及び該磁気ブラシ層のトナー粒子を該静電潜像担持体に転移又は供給させて、該静電潜像を現像することを特徴とする現像方法に関する。

ここで言う非磁性トナーとは、外部磁界50000eで10cm v/g以下の磁化しか示さない、実質的に磁性トナーとして挙動できないトナーを指す。

本発明者らは、本出願人が特開昭58-143360号公報を提案後、その改良について鋭意研究した結果、現像部において明確な現像磁極を形成し、局部的に集中した現像を行うこと、1成分系現像方式においてはトナーへの摩擦帯電賦与が主としてスリーブ表面積を増大させること等によりトナーへの摩擦帯電性の安定化、スリーブ上へのトナー供給の安定化、階調性、均一性等の画質の向上などが達成されることを見出したのである。さらに、本発明において用いられる磁性粒子は、本現像方式に適用するにあたって適量のトナーをトナー担持体上と磁性粒子上とへ振り分ける効率が極めて良く、さらにトナーへの摩擦帯電性の安定化を向上するため、本発明の画像形成方法の達成に極めて有利であることを見出したのである。すなわち、本発明によるATRや強力なトナー・磁性粒子混合装置が不必要であるコンパクトな画像形成方法の達成のために最も重要な点は、供給されたトナーが定量的にトナー担持体上と磁性粒子上とに振り分けられ、かつトナーが均一に摩擦帯電しており、その両者上から交番電界により効率良く飛翔現像することにある。そのためには、シリコン樹脂により被覆されている磁性粒子に、 $1\mu\text{m}$ 以下の含フッ素ポリマー微粒子を機械的に混合処理して用いることが最も良い効果が得られることを見出したのである。すなわち、本発明に用いられる磁性粒子は、ATRや強力なトナー・磁性粒子混合装置が無い現像装置においても、トナーの取り込みを均一に制御し、しかもトナーに十分な正の摩擦帯電性を与えることが可能であり、カブリ、濃度ムラのない鮮明な画像を与えることを見出したのである。

以下、図面を用いて本発明を詳細に説明する。

第1図は本発明の現像装置の一つの断面図である。

第1図において、1は現像されるべき静電潜像を担持する静電潜像担持体であり、具体的には無端移動可能な感光ドラムあるいはベルトもしくは誘電体ドラムあるいはベルトなどである。この上に静電潜像を形成する方法は本発明の要旨ではなく、公知の方法でよい。第1図では静電潜像担持体は電子写真法によって静電潜像が形成される感光ドラムであり、矢印aの方向に回転可能である。

第1図の装置は現像剤容器2、現像剤担持部材である現像スリーブ3(以下単にスリーブと呼ぶ)、磁界発生手段である磁石4、スリーブ3上で現像部に搬送される現像剤の量を制御する規制ブレード5(以下単にブレードと呼ぶ)、交互電界形成手段である電源6などを有する。以下それぞれの構成を説明する。

容器 2 は磁性粒子 7 とトナー粒子 8 とを混合物として有する現像剤を収容する。

スリーブ 3 は、例えばアルミニウムなどの非磁性材料製であり、容器 2 の上記開口部に設けられ、その表面の一部を露出させ、他の面を容器 2 内に突入させている。スリーブ 3 は図面に直角な軸の回りに回転可能に軸支され、矢印 b で示す方向に回転駆動される。第 1 図ではスリーブ 3 は円筒状のスリーブであるが、これは無端ベルトでもよい。

スリーブ 3 は感光ドラム 1 に対して微小間隙をもって対向して現像部 B を構成する。この現像部 B にはトナーおよび磁性粒子がスリーブ 3 によって搬送され、ここには体積比率で (1.5~30%) の磁性粒子が存在する。この点については後述する。

磁石 4 はスリーブ 3 内部に静止的に固定され、スリーブ 3 の回転時にも不動である。磁石 4 は後述のブレード 5 と共同してスリーブ 3 上への現像剤塗布量を制御する N 磁極 4d、現像磁極である S 磁極 4e、現像部通過後の現像剤を容器 2 内に搬送する N 磁極 4f および S 磁極 4g を有する。S 極と N 極は逆でもよい。この磁石は第 1 図では永久磁石であるが、これに代えて電磁石を使用してもよい。

ブレード 5 は磁性材料、非磁性材料ともに用いることが可能であるが第 1 図では、少なくともその先端が例えばアルミニウムなどの非磁性材料製であり、容器 2 の開口の上部近傍でスリーブ 3 の長手方向に延在し、その基部は容器 2 に固定され、先端側はスリーブ 3 の表面に間隙をもって対向している。ブレード 5 の先端とスリーブ 3 の表面との間隙は 50~500  $\mu\text{m}$ 、好ましくは 100~350  $\mu\text{m}$  であり、第 1 図では 300  $\mu\text{m}$  である。この間隙が 50  $\mu\text{m}$  より小さいと、磁性粒子がこの間隙部に詰まり易く、500  $\mu\text{m}$  を超えると、磁性粒子およびトナーが多量に間隙を通過し、スリーブ 3 上に適当な厚さの現像剤層が形成できない。現像剤層の厚さは後述の現像部における感光ドラム 1 とスリーブ 3 との間隙よりも小さい (ただしこのとき現像剤の厚さとは磁力が働いていない状態でのスリーブ 3 上での厚さである)。このような厚さの現像剤層を作るためには、ブレード先端とスリーブ面との間隙は、スリーブ面と感光ドラム面の間隙と同等または小さいことが好ましいが、それ以上にしても可能である。

ブレード 5 の容器 2 内部側には、磁性粒子循環限定部材 9 が設けられ、これは後述の磁性粒子の容器 2 内での循環域を制限する。

電源 6 感光ドラム 1 とスリーブ 3 との間に電圧を印加して、それらの間の空隙に交互電界を形成させ、スリーブ 3 上の現像剤からトナー感光ドラム 1 に転移させる。電源 6 による電圧は正側と負側のピーク電圧が同じである対称型交互電圧でも、このような交互電圧に直流電圧を重ねた形の非対称交互電圧でもよい。具体的な電圧

値としては、例えば暗部電位 -600V、明部電位 -200V の静電潜像に対して、一例として、直流電圧 -300V を重ねてピーク対ピーク電圧を 500~2200Vpp、周波数 1000~3000Hz 交互電圧をスリーブ 3 側に印加し、感光ドラム 1 を接地電位に保持する。

容器 2 に磁性粒子 7 を投入する。投入された磁性粒子 7 は磁極 4d および 4g によってスリーブ 3 上に保持され、容器 2 内に面するスリーブ 3 の表面全体に渡って付着し、磁性粒子層を構成する。その後、トナー 8 を容器 2 内に投入し、前記磁性粒子層の外側にトナー層を形成する。前記の最初に投入する磁性粒子 7 は磁性粒子に対して、もともと 4~30% (重量) とトナーを含むことが好ましい。

磁性粒子 7 は一旦スリーブ 3 表面上に磁性粒子層として吸着保持されれば、装置の振動やかなり大きな傾きによっても実質的に流動あるいは傾斜は発生せず、スリーブ 3 の表面を覆った状態が維持される。

次に、スリーブ 3 を矢印 b 方向に回転すると、磁性粒子は容器 2 の下部からスリーブ 3 の表面に沿った方向に上昇し、ブレード 5 の近傍に至る。

そこで磁性粒子の一部はトナーとともにブレード 5 の先端とスリーブ 3 の表面との間隙を通過する。またブレード 5 の先端部近傍部の磁性粒子層部分は、スリーブ 3 が矢印 b 方向に回転駆動されても重力と磁気力及びブレード 5 の存在による効果に基づく規制力と、スリーブ 3 の移動方向への搬送力との釣合によってスリーブ 3 表面の点 15 位置で溜まり、多少は動き得るが動きの鈍い静止層を形成する。またスリーブ 3 を矢印 b 方向に回転させた時、磁極の配置位置と磁性粒子 7 の流動性、及び磁気特性を適宜選ぶことによって磁気ブラシは磁極 4g の付近で矢印 c 方向に循環し、循環層を形成する。該循環層においてスリーブ 3 に比較的近い磁性粒子分は、スリーブ 3 の回転によって磁極 4d 近傍からスリーブの回転下流側にある前記の静止層の上へ盛り上る。すなわち上部へ押し上げる力を受ける。その押し上げられた磁性粒子分は、ブレード 5 の上部に設けた磁性粒子循環域限定部材 9 によりその循環領域の上限を決められているため、ブレード 5 上へ乗り上がることはなく重力によって落下し、再び磁極 4g 近傍へ戻る。この場合スリーブ表面から遠くに位置するなどして受ける押し上げ力の小さい磁性粒子分は、磁性粒子循環域限定部材 9 に到達する前に落下する場合もある。つまり該循環層では重力と磁極による磁気力と摩擦力、及び磁性粒子の流動性 (粘性) によって矢印 c の如く磁性粒子の磁気ブラシの循環が行われ、磁気ブラシはこの循環の際に磁性粒子層の上にあるトナー層から非磁性トナー 8 を逐次取込んで現像剤供給容器 2 内の下部に戻り、以下スリーブ 3 の回転駆動に伴ないこの循環を繰り返す。

スリーブ 3 の回転と共にこの様に循環することによって、トナー 8 は磁性粒子 7 およびスリーブ 3 表面との摩

擦によって帯電する。この時、スリーブ 3 の現像部における現像剤のトナー濃度及び摩擦帯電量の制御は、前記の磁気ブラシの状態が重要な因子となっている。すなわち、本発明に使用している磁性粒子を適用することによって磁気ブラシの循環層の動きがゆるやかかつ均一となり、トナーを低量的にかつむらなくスリーブ 3 の現像部に搬出することが可能となる。さらに、いかなる循環においてもトナーに十分な摩擦帯電量を与えることが可能となる。

ブレード 5 の手前近傍では、スリーブ 3 の表面に近い\*10 は、

$$1/10 \leq T_1/T_2 \leq 2/1 \quad \left\{ \begin{array}{l} T_1 : \text{スリーブ上のトナー量} \\ T_2 : \text{磁性粒子上のトナー量} \end{array} \right.$$

の範囲であることが望ましい。この比より大きいと磁性粒子のトナーが少なすぎてスリーブ上の表面積を増した効果が少なく、逆にこの比より小さいと磁性粒子からのみの現像となって荒れた画質になってしまう。

トナー量の測定法を次に述べる。まず磁性粒子とトナーとの混合物による磁気ブラシをスリーブ上に形成した後、固定磁石によって該磁気ブラシを磁石吸引し、界面活性剤にてトナーを洗い流すことによりトナー重量  $T_1$  (mg) を測定した。次に磁気ブラシの除去されたスリーブ上に残ったトナーを、円滑ろ紙をフィルターとして吸引し、スリーブ上のトナー重量  $T_2$  (mg) を算出した。

また、現像部における現像剤のトナー濃度  $T_3$  (重量%) は

$$(T_1 + T_2) / C \quad C: \text{スリーブ上磁性粒子量}$$

によって求められ、4~30重量%であることが好ましい。

このようにしてスリーブ 3 の表面上に形成された現像剤層 (磁性粒子 7 とトナー 8 との混合体) はスリーブ 3 の回転とともに感光ドラム 1 と対面する現像部に至る。ここでは、感光ドラム 1 とスリーブ 3 との間に印加される交互電界によってトナーがスリーブ 3 の表面および磁性粒子の表面から潜像上に転移し、該潜像を現像する。

ついで第 2 図をもって現像部におけるトナー並びに磁性粒子の挙動について説明する。第 2 図においては静電潜像は負電荷 (画像暗部) によって構成されているので、静電潜像による電界は矢印 a で示す方向である。トナー粒子と磁性粒子は現像装置内での相互摩擦または/およびスリーブによりトナーは正電荷を帯び、磁性粒子は負電荷を帯びている。磁性粒子はその材質・形状その他によって決定される電荷の充放電時定数によって電荷が注入され電界次第でその帯電極性は変化する。

また、第 1 図では感光ドラム 1 とスリーブ 3 とは同一周方向移動となるように矢印のごとく回転する。これらの間の空間には電源 6 によって前述の交互電圧が印加され、交互電界が形成される。一方、感光ドラム 1 とス

\*磁性粒子 7 は磁極 4d によってスリーブ 3 表面に引付けられ、スリーブ 3 の回転とともにブレード 5 の下方を抜けて容器 2 外に出る。このさい磁性粒子 7 はその表面に付着したトナーと一緒に運び出す。また帯電したトナー粒子 8 の一部はスリーブ 3 表面に鏡映力によって付着したままスリーブ 3 上を容器外に出る。ブレード 5 はスリーブ 3 上に塗布される現像剤量を規制する。

この時、本発明でのスリーブ上と磁性粒子上とのトナー量比は、両者からの飛翔現像性も最も良くするために

スリーブ 3 との最近接部に対応してスリーブ 3 の内部には磁石 4 の磁極 4e がある。

この空間には、前述のごとくスリーブ 3 の回転によって搬送されてきた磁性粒子 7 とトナー 8 と混合物である現像剤がある。ここに磁性粒子 7 が存在する点において前記のいわゆる 1 成分非磁性現像剤薄層による現像方法の場合 (特開昭 58-143360 号公報および同 59-101680 号公報) とは本質的に異なっている。また、この部分における磁性粒子の体積比率 (後述) の関係から、存在する磁性粒子の量は通常のいわゆる磁気ブラシ現像方法と比較して、はるかに少なく、この点において磁気ブラシ現像方法とも本質的に異なる。この少ない磁性粒子 7 が磁極 4d の作用で、鎖状に連なった磁気ブラシ 14 を粗の状態、すなわち疎らな状態で形成する。

現像部における磁性粒子 7 の挙動は自由度が増加しているため、特殊なものとなっている。

つまり、このまばらな磁性粒子の磁気ブラシは均一な分布を磁力線方向に形成すると共に、スリーブ表面と磁性粒子表面の両方を開放することができるため、磁性粒子表面の付着トナーを磁気ブラシに阻害されることなく感光ドラムへ供給でき、スリーブ表面の均一な開放表面の形成によって、スリーブ表面に付着したトナーが交番電界でスリーブ表面から感光ドラム表面へ飛翔できる。

ここで、現像部における磁性粒子の体積比率について説明する。「現像部」とはスリーブ 3 から感光ドラム 1 へトナーが転移あるいは供給される部分であり、具体的には、第 2 図の I 及び II に示す通り、磁気ブラシが静電潜像担持体と当接している領域を指す。「体積比率」とはこの現像部の容積に対するその中に存在する磁性粒子の占める体積の百分率である。本発明者は種々の実験および考察の結果、上記現像装置においてはこの体積比率が重要な影響を有すること、及びこれを 1.5~30% 特に 2.6~26% とすることが極めて好ましいことを見出した。

1.5% 未満では、現像濃度の低下が認められるこ

と、スリーブゴーストが発生すること、磁気ブラシ14が存在する部分としない部分との間で顕著な濃度差が発生すること、スリーブ3表面上に形成される現像剤層の厚さが全体的に不均一となること、などの点で好ましくない。

30%を越えると、スリーブ面を閉鎖する度が増大し、カブリが発生すること、などの点で好ましくない。

特に、本発明は体積比率の増加あるいは減少にしたがって画質が単調に劣化または増加するのではなく、1.5~30%の範囲で十分な画像濃度が得られ、1.5%未満でも30%を越えても、画質低下が発生し、しかもこの画質が十分な上記数値の範囲ではスリーブゴーストもカブリも発生しないという事実に基づくものである。前者の画質低下は負性特性によるものと思われ、後者は磁性粒子の存在量が大きくなってスリーブ3表面を開放できなくなりスリーブ3表面からのトナー供給量が大幅に減少することから生ずると考えられる。

また、1.5%未満では、線画像の再現性に劣り、画質濃度の低下が顕著である。逆に30%を越えた場合は磁性粒子が感光ドラム面を傷つける問題、画像の一部として付着して行くために生じる転写、定着の問題がある。

そして、磁性粒子の存在が1.5%に近い場合は、大面積の一樣高濃度画像（ベタ黒）の再現時に、「あらび」と称せられる部分的現像ムラが発生する場合（特別環境下等）があるので、これらが発生しにくい体積比率とすることが好ましい。この数値は現像部に対して磁性粒子の体積比率が2.6%以上であることで、この範囲はより好ましい範囲となる。また、磁性粒子の存在が30%に近い場合は、磁性粒子の磁気ブラシが接する部分の周辺にスリーブ面からのトナー補給が遅れる場合（現像速度大の時等）があり、ベタ黒再現時にうろこ状の濃度ムラを生じる可能性がある。これを防止する確実な範囲としては、磁性粒子の上記体積比率が26%以下がより好ましいものとなる。

体積比率が1.5~30%の範囲であれば、スリーブ3表面上に磁気ブラシ14が好ましい程度に疎らな状態で形成され、スリーブ3および磁気ブラシ14上の両方のトナーが感光ドラム1に対して十分に開放され、スリーブ上のトナーも交互電界で飛翔転移するので、ほとんどすべてのトナーが現像に消費可能な状態となることから高い現像効率（現像部に存在するトナーのうち現像に消費されるトナーの場合）および高画質濃度が得られる。好ましくは、微小なしかし激しいブラシの振動を生じさせ、これによって磁性粒子およびスリーブ3に付着しているトナーがほぐされる。いずれにせよ磁気ブラシの場合などのような掃目むらやゴースト像の発生を防止できる。さらに、ブラシの振動によって、磁性粒子7とトナー8との摩擦接触が活発になるのでトナー8への摩擦帯電を向上させ、カブリ発生を防止できる。なお、現像効率が低いことは現像装置の小型化に適する。

上記現像部に存在する磁性粒子7の体積比率は

$$(M/h) \times (1/\rho) \times [C/(T+C)]$$

で求めることができる。ここで、Mはスリーブの単位面積当りの現像剤（混合物…非穂立時）の塗布量（g/cm<sup>2</sup>）、hは現像部における静電潜像担持体と現像剤担持部材との距離（cm）、 $\rho$ は磁性粒子の真密度g/cm<sup>3</sup>、C/(T+C)はスリーブ上の現像剤中の磁性粒子の重量割合である。

なお、上記定義の現像部において磁性粒子に対するトナーの割合は3~30重量%であることが好ましい。

静電潜像が暗部例えば-600Vであり、スリーブ3側に交互電界の正成分が印加されている位相では、これによる電界の方向は潜像による電界の方向と一致している。この時電界によって磁性粒子の磁気ブラシ14に注入される電荷の量は最大となり、磁性粒子は正電荷を帯び、磁気ブラシ14は図示（第2図I）の如く最大起立状態となって、長い磁気ブラシは感光ドラム1表面に延び、短い磁気ブラシは電界の作用により感光ドラム1表面へ飛翔する。

一方トナーは絶縁性のため電荷の注入効果は少なく常に正極性に帯電しているので、スリーブ3及び磁性粒子の表面上のトナーはこの空間に形成されている電界によって感光ドラム1に転移する。このときに磁気ブラシ14は粗の状態で起立しているので、スリーブ3表面は露出しており、トナー8はスリーブ3表面および磁気ブラシ14の表面の両方から脱離する。加えて、磁気ブラシ14にはトナー8と同極性の電荷が存在するため、磁気ブラシ14表面上のトナー8は電氣的反発力によってさらに移動し易い。

交互電圧成分の負の成分がスリーブ3に印加される位相では、交互電圧による電界（矢印b）は静電潜像による電界（矢印a）と逆方向である。したがってこの空間部での電界は逆方向に強くなり、正極性の電荷を帯びた磁性粒子はスリーブ3側へ引かれ、長い磁気ブラシは縮み、短い磁気ブラシはスリーブ3表面へ飛翔する。

一方、感光ドラム1上のトナー8は前述のごとく正極性に帯電しているので、この空間に形成されている電界によってスリーブ3あるいは磁性粒子7に逆転移する。このようにしてトナー8は感光ドラム1とスリーブ3表面あるいは磁性粒子7表面との間を往復運動し、感光ドラム1およびスリーブ3の回転によって、これらの間の空間が広がるにつれて、電界が弱くなるとともに現像作用が完了する。

また逆に静電潜像が明部例えば-100Vである時、スリーブ3側に交互電界の正成分が印加されている位相においても、電界により磁性粒子のブラシに注入される電荷は殆どなく、磁性粒子は後述するようにスリーブに負成分が印加された位相時に注入されて負極性に帯電されたままであり、電界により長い磁気ブラシは縮み、短い磁気ブラシはスリーブ3表面へ飛翔する。

トナーはこの空間に形成されている電界によって感光ドラム1に転移するが、このときに磁気ブラシ14は縮んでおり、スリーブ3表面が覆われており、スリーブ3からのトナーの離脱を抑制し、加えて磁気ブラシ14にはトナーと逆極性の電荷が存在するために、磁気ブラシ14表面上のトナー8は電氣的吸引力によりトナーの離脱を抑制する。

交互電圧成分の負の成分がスリーブ3に印加される位相では、逆方向矢印b方向の電界が最大となり、磁性粒子の磁気ブラシに注入される電荷量も増し磁性粒子はより負極性の電荷を帯び磁気ブラシ14は最大起立状態となり、長い磁気ブラシは感光ドラム表面に伸び、短い磁気ブラシは電界の作用により感光ドラム表面へ飛翔する。

一方、感光ドラム上のトナーはこの空間に形成されている電界によってスリーブ3、または磁性粒子へ転移する。このときに磁気ブラシ14は粗の状態で起立しているのでスリーブ3表面は露出しており、トナーが戻りやすくなっていると同時に、トナーと逆極性に帯電した磁性粒子が近接しているために電氣的吸引力によりトナーはさらに感光体表面より離脱しやすい。

磁気ブラシ14にはトナー8との摩擦帯電電荷もしくは鏡映電荷、感光ドラム1上の静電潜像電荷および感光ドラム1とスリーブ3との間の交互電界によって注入される電荷が存在するが、その状態は磁性粒子7の材質その他によって決定される電荷の充放電時定数によって変化する。

一般的に磁性粒子の抵抗値が低い程電荷注入が多く画像暗部、明部に磁性粒子が電荷の注入により現像されてしまう。また逆に抵抗が極めて高い場合には常にトナーとは逆極性の電荷を保持するため、背景部への磁性粒子がカブリとなりやすく、磁性粒子の抵抗材質形状等を適切に選択することにより磁性粒子の付着を防止することができる。

上記説明の磁性粒子の挙動を確実にならしめるには、現像スリーブと感光体間に印加されるバイアス電界の電位（交流成分と直流成分を重畳したもの）がトナーを感光体から現像スリーブ方向への波形成分のピーク値 $V_F$ と該感光体の暗部電位 $V_D$ の値が $|V_F| > |V_D|$ となり、交互電圧による電圧が静電潜像による電界を上まわることが好ましい。

以上の如く、磁性粒子のブラシは上述の交互電界によって微小なしかし激しい振動飛翔状態となる。

このように現像部に交番電界を加え、トナー並びに磁性粒子を振動飛翔させることによって次の如く効果が発生する。

トナーを磁気ブラシ及びスリーブ表面から飛翔させ現像するために現像効率が極めて高くなる。従って現像剤の塗布量も比較的小量ですみ、現像像の解像力が高まる。また現像効率が高いため現像スリーブと感光体の相対速度をほぼ同一とすることが可能であり、相対速度を

つけることで生じるベタ現像部の掃き寄せ等は生じない。さらに相対速度をつけても掃き寄せを軽減する効果もある。

また、磁性粒子が交番電界によって振動しているため、1本1本の磁気ブラシの跡も発生せず、極めて高画質な現像画像を得ることができる。

さらに磁性粒子がスリーブと感光体のなす空間を移動するだけの交番電界を印加することにより、前述の様な磁性粒子の飛翔の際に暗部ではトナーと共に挙動して現像を促進し、明部ではトナーと反対の挙動を示し、感光体表面に付着しているトナーを引き離す効果がありカブリ防止になる。

さらに感光体表面に付着した磁性粒子も最終的には、磁気力及びこの電界による移動力によって現像スリーブ側に引き戻され、磁性粒子の感光体への付着量を減少することができる。

さらに磁性粒子のブラシが偏在している場合においても、磁性粒子の飛翔の際にブラシが一部崩れ磁性粒子のならし効果もある。

比較的低い抵抗値の磁性粒子7を使用する場合、感光ドラム1とスリーブ3との間に印加する交互電圧は、そのピーク値の際に潜像の暗部、明部のいずれにおいても間隙放電が発生しないように設定する必要がある。一方、比較的高い抵抗値の磁気ブラシ14を使用する場合は、交互電圧の周波数と磁気ブラシ14の充放電時定数を適切に選択することによって、間隙電圧が放電開始電圧に到達しないようにすることが好ましい。

これらを考慮した場合、磁気ブラシ14全体の抵抗としては、感光ドラム1に現像ブラシが接触した状態で磁気ブラシ14の高さ方向の抵抗が $10^{15} \sim 10^{16} \Omega \text{ cm}$ の程度が好ましい。

本発明に使用される磁性粒子の芯材の材質としては一般のものが使用可能であり、例えば表面酸化または未酸化の鉄、ニッケル、コバルト、マンガン、クロム、希土類等の金属、及びそれらの合金または酸化物などが使用できるが、好ましくは金属酸化物、より好ましくはフェライト粒子が使用できる。またその製造方法として特別な制約はない。磁性粒子は、一般に平均粒径が $30 \sim 70 \mu \text{ m}$ 、好ましくは $35 \sim 65 \mu \text{ m}$ である。粒径が $30 \mu \text{ m}$ より小さいと磁性粒子が潜像保持体上に現像されやすくなり、潜像保持体やクリーニングブレードに傷つけやすくなる。一方、粒径が $70 \mu \text{ m}$ より大きいと磁性粒子のトナー保持能が低下レベタ画像の不均一さ、トナー飛散、カブリ等が発生する。磁性粒子芯材は磁性材料のみから成るものでも、磁性材料と引磁性材料との結合体でもよいし、二種以上の磁性粒子の混合物でもよい。

また、上記磁性粒子の表面を樹脂で被覆する方法としては樹脂を溶剤中に溶解もしくは懸濁せしめて塗布し、磁性粒子に付着せしめる方法が好ましい。

本発明に使用される磁性粒子被覆シリコン樹脂の被覆

量は、総量で本発明の磁性粒子に対し0.1~30重量% (好ましくは0.5~20重量%) が好ましい。

またシリコン樹脂による被覆方法としては、粉末で混合し、熱で熔融もしくは軟化せしめて磁性粒子に付着せしめる方法、溶剤に溶解もしくは懸濁せしめて塗布し磁性粒子に付着せしめる方法等、従来キャリア粒子において公知の方法がいずれも適用できる。

本発明に用いられるシリコン樹脂としては、従来知られているポリシロキサン、例えばジメチルポリシロキサン、フェニルメチルポリシロキサン等がすべて用いられ、また、アルキド変性シリコン、エポキシ変性シリコン、ポリエステル変性シリコン、ウレタン変性シリコン、アクリル変性シリコン等の変性樹脂も使用可能である。

また、変性形態として、ブロック共重合体、グラフト共重合体、くし形グラフトポリシロキサン等、いずれも使用可能である。

実際の磁性粒子表面への塗布に際しては、固形メチルシリコンワニス、固形フェニルシリコンワニス、固形メチルフェニルシリコンワニス、固形エチルシリコンワニス、各種変性シリコンワニス等、シリコン樹脂をワニス状にしてにおいて磁性粒子をその内へ分散させる方法、或いは、ワニスを磁性粒子に噴霧する方法等がとられる。

一方、本発明に用いられる含フッ素ポリマー微粒子はその一次粒子径が1 $\mu$ 以下であることが好ましい。含フッ素ポリマー微粒子の一次粒子径が1 $\mu$ より大きいと含フッ素ポリマー微粒子が磁性粒子表面に均一に分散付着できず、トナーを十分に正帯電性にできなくなり、カブリの原因となる。さらに磁性粒子によって構成される磁気ブラシの循環が不均一となり、トナーの取り込みムラを生じ、それが原因で画像の濃淡ムラを生じてしまう。

上記の含フッ素ポリマー微粒子は、含フッ素ポリマーを含有する樹脂を被覆した磁性粒子との摩擦帯電量がブローオフ粉体帯電量測定装置(東芝ケミカル株式会社製)による値で-10 $\mu$ g/g以上、好ましくは-30 $\mu$ g/g以上であることが望ましい。

更に、上記の含フッ素ポリマー微粒子としては、フッ素含量が30~75重量%のポリマーがトナーの帯電性と磁気ブラシの循環性を制御するため好ましい。例えば、ポリフッ化ビニリデン、ポリテトラフルオロエチレン、フッ化ビニリデンとテトラフルオロエチレンとの共重合体等が好ましい。

含フッ素ポリマー微粒子の添加量は、総量で樹脂被覆キャリアに対して0.01~1重量%(好ましくは0.05~0.5重量%) が好ましい。

含フッ素ポリマー微粒子の添加量が0.01重量%以下である磁性粒子を本現像方式に適用すると、ある環境では磁性粒子によって構成される磁気ブラシの環境が不均一となってスリーブ3上のトナー濃度が一定とならずカブリや濃淡ムラを生じてしまう。逆に含フッ素ポリマー微

粒子の添加量が1.0重量%以上であると、トナーの正帯電性が高くなりすぎ、さらに磁気ブラシの循環が遅くなって、スリーブ3上のトナー濃度が減少し、画像濃度低下を生じてしまう。

含フッ素ポリマー微粒子の樹脂被覆磁性粒子への処理は機械的な混合で行なわれ、公知な方法が適用できる。例えばV型混合機、ナウターミキサー、タンブラーミキサー、コーンブレンダー、ヘンシェルミキサーなど市販の装置が適用できる。上記の本発明に用いられる磁性粒子を本現像方式に適用した時の詳細なメカニズムについては、まだ完全に明らかとなっていないが、これまでの実験事実により、おおむね以下の如く推定されている。すなわち、磁性粒子芯材を被覆している含フッ素ポリマーはトナーと逆の帯電性を有するため、トナーに本来の帯電を付与する役割を持ち、含フッ素ポリマーとブレンドする第2のポリマーは、帯電付与能よりもむしろ含フッ素ポリマーのキャリア芯材への被膜性を向上する役割を有している。従って、第2のポリマーをブレンドすることによって、磁性粒子表面に占める含フッ素ポリマーの比率は低下し、トナーへの摩擦帯電付与能も低下する結果となる。よって含フッ素ポリマーと第2のポリマーの混合比を適宜操作することで、トナーと磁性粒子の摩擦帯電特性と含フッ素ポリマーの磁性粒子芯材への接着性のバランスをある程度制御できる。しかしながら、環境条件の変動、トナー濃度の変動などの特殊な条件下では、トナーと磁性粒子との帯電性が微妙に変化するため多少の画像反射濃度の変動、カブリの増加等の問題が発生する場合がある。そこで帯電的に含フッ素ポリマー被覆材と同様の働きをする含フッ素ポリマー微粒子を、含フッ素ポリマーを含有する樹脂被覆磁性粒子表面に分散処理させておくと、含フッ素ポリマー微粒子の一部分は第2のポリマーブレンドに強く付着し、トナーの帯電を強化する役割を果たし、残りの含フッ素ポリマー微粒子は被覆磁性粒子表面に弱く付着し、それがある環境ではやはりトナーの帯電を強化する役割を果たし、また別の環境では、トナー母体に密着しているがためにトナーの帯電性に関与しない、という様にトナーと磁性粒子表面間にあって適度な帯電調節剤となっていると考えられる。

さらに、含フッ素ポリマー微粒子の一部分は、磁性粒子表面からスリーブ上へ離れて付着し、それがトナーをうまくスリーブ上とキャリア表面に分割する効果を高め、磁性粒子とスリーブ表面上からの両方のトナーの現像を効率よく行なえる役割をしていると考えられる。

さらに、含フッ素ポリマー微粒子を磁性粒子に混合処理することによって、磁性粒子表面上にトナー粒子一つ一つが均一に付着しやすくなり、それによって磁性粒子の磁気ブラシの動きが均一かつゆるやかに行なえ、トナー層からのトナー粒子の取り込み性が安定化し、結果としてスリーブ上のトナー濃度をうまく制御していると考



えられる。

一方、トナーに含フッ素ポリマーを添加する方法も有るが、これはトナー母体に含フッ素ポリマー微粒子が強く付着するため、トナーの帯電性強化の役割は、本発明に使用されている磁性粒子よりも劣ってしまう。さらに、トナーへ十分な帯電制御性を持たせるほど含フッ素ポリマー微粒子を添加すると、トナーの流動性が著しく悪化し、磁性粒子よりなる磁気ブラシにトナーを取り込むことが困難となってしまう。その結果、スリーブ上のトナー濃度が減少し、画像濃度薄を生じてしまう。

一方、本発明に用いられるトナーの結着樹脂としては、ポリスチレン、ポリp-クロルスチレン、ポリビニルトルエンなどのスチレン及びその置換体の単重合体；スチレン-p-クロルスチレン共重合体、スチレン-ブロピレン共重合体、スチレン-ビニルトルエン共重合体、スチレン-ビニルナフタリン共重合体、スチレン-アクリル酸メチル共重合体、スチレン-アクリル酸エチル共重合体、スチレン-アクリル酸ブチル共重合体、スチレン-アクリル酸オクチル共重合体、スチレン-メタクリル酸メチル共重合体、スチレン-メタクリル酸エチル共重合体、スチレン-メタクリル酸ブチル共重合体、スチレン-アクリル-アミノアクリル系共重合体、スチレン-アミノアクリル系共重合体、スチレン-α-クロルメタクリル酸メチル共重合体、スチレン-アクリロニトリル共重合体、スチレン-ビニルメチルエーテル共重合体、スチレン-ビニルエチルエーテル共重合体、スチレン-ビニルメチルケトン共重合体、スチレン-ブタジエン共重合体、スチレン-イソプレン共重合体、スチレン-アクリロニトリル-インデン共重合体、スチレン-マレイン酸共重合体、スチレン-マレイン酸エステル共重合体などのスチレン系共重合体；ポリメチルメタクリレート、ポリブチルメタクリレート、ポリ塩化ビニル、ポリ酢酸ビニル、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリエステル、ポリウレタン、ポリアミド、エポキシ樹脂、ポリビニルブチラール、ポリアクリル酸樹脂、ロジン、変性ロジン、テルペン樹脂、フェノール樹脂、脂肪族または脂環族炭化水素樹脂、芳香族系石油樹脂、塩素化パラフィン、パラフィンワックスなどが単独或いは混合して使用できる。

トナーにおいては、任意の適当な顔料や染料が着色剤として使用可能である。例えば、カーボンブラック、鉄黒、フタロシアニンブルー、群青、キナクリドン、ベンジジンイエローなど公知の染顔料がある。

また、荷電制御剤としてアミノ化合物、第4級アンモ\*

\*ニウム化合物および有機染料、特に塩基性染料とその塩、ベンジルジメチルヘキサデシルアンモニウムクロライド、デシルトリメチルアンモニウムクロライド、ニグロシン塩基、ニグロシンヒドロクロライド、サフраниン及びクリスタルバイオレット、等を添加しても良い。その際本発明に用いられる磁性粒子とトナーとの帯電量は3~50μC/g（好ましくは6~40μC/g）であることが望ましい。帯電量の絶対値が50μC/gより大きいとトナーと磁性粒子との離れが悪く現像性の低下が生じ、画像濃度低下や濃淡ムラが起こり、逆に3μC/gより小さいと磁性粒子によるトナーの拘束が弱まり、トナー飛散、カブリ等が起こる。

以上のトナーの構成は、一般に行われている混合-粉砕法によるトナーを用いても良いし、マイクロカプセルトナーの壁材または芯材或いはその両方に用いることも可能である。

本発明に使用されるトナーと磁性粒子の混合方法は、一般に行われている混合方法が適用できるが、トナー濃度は現像剤100重量部に対して、トナー3~30重量部（好しくは5~25重量部）であれば画像濃度が高く、鮮鋭な画像が得られる。

#### [実施例]

以下実施例により本発明をさらに詳しく説明する。尚、例で示す部は重量部である。

現像装置としては第1図に示したものを使用した。実施例装置において感光体ドラム1は矢印a方向に60mm/秒の周速度で回転する。3は矢印b方向に66mm/秒の周速度で回転する外径32mm、厚さ0.8mmのステンレス（SUS304）製のスリーブで、その表面は#600のアランダム砥粒を用いて不定型サンドラストを施し、周方向表面の粗面度を0.8μm（R<sub>2</sub>=）にした。一方、回転するスリーブ3内にはフェライト焼結タイプの磁石4を固定して配設し、磁極配置は第1図の如く、表面磁束密度の最大値は約800 Gaussとした。

ブレード5は1.2mm厚の非磁性ステンレスを用い現像部Bにおける磁性粒子の体積比率が20%となるように、ブレード-スリーブ間を350μmとした。このスリーブ3に対向する感光体ドラム1表面には、静電潜像として暗部-600Vで明部-150Vの電荷模様を形成し、スリーブ表面との距離を350μmに設定した。そして、上記スリーブに対し電源6により周波数1000Hz、ピーク対ピーク値が1.4KVで、中心値が-300Vの電圧を印加し、現像を行なった。

#### 実施例1

スチレン-2-エチルヘキシルアクリ  
レート-ジメチルアミノエチルメ  
タクリレート共重合体（80:15:5）

100 部

ブリリアンスカーレット顔料

5 部



からなる平均粒径 $11\mu\text{m}$ の赤色微粉体にコロイダルシリカ $0.8$ 重量%を添加し、トナーとした。次に、粒径 $40\sim60\mu\text{m}$ のフェライト粒子 $1\text{kg}$ をシリコンワニスSR2410（トーレ・シリコン社製） $50\text{ml}$ を希釈して $1\ell$ としたキシレン溶液に含浸し、攪拌しながら加熱乾燥した。これを磁性粒子 $A_1$ とする。更に磁性粒子 $A_1$   $100$ 重量部に対してポリフッ化ビニリデン微粒子（ $1$ 次粒子径約 $0.3\mu\text{m}$ ） $0.1$ 重量部をV型混合機を用いて分散処理し、磁性粒子 $A_2$ を得た。この時のポリフッ化ビニリデン微粒子は磁性粒子 $A_1$ との摩擦帯電量が $-9.7\mu\text{C/g}$ であった。

恒温恒湿（ $23^\circ\text{C}$ 、 $60\%\text{RH}$ ）環境下で、前記トナーと磁性粒子 $A_2$ とを $15:85$ の重量比率で混合し、前記現像装置に適用したところ、カブリのない極めて良好画像が得られた。その時の現像部におけるスリーブ上トナー量と磁性粒子上トナー量との比（ $T_1/T_2$ ）は $1/8$ と両者へのトナーの振り分けは順調であった。

また、スリーブ上の現像部における現像剤のトナー濃度（ $T_3$ ）とトナーの帯電量（ $Q$ ）は、 $16$ 重量%、 $14\mu\text{C/g}$ であった。さらに、現像剤の耐久性を調べる為に $3000$ 枚の耐久を行なったところ、初期と同様にカブリ、濃淡ムラのない鮮明な画像が得られた。また、その時の $T_1/T_2$ 、 $T_3$ 、 $Q$ も初期とほとんど変化なく、 $1/8$ 、 $15$ 重量%、 $15\mu\text{C/g}$ と安定していた。

次に、低温低湿（ $15^\circ\text{C}$ 、 $10\%\text{RH}$ ）環境下で、上記同様の実験を行なった。画出し初期は $T_1/T_2=1/7$ 、 $T_3=18$ 重量%、 $Q=12\mu\text{C/g}$ であり、カブリ、濃淡ムラのない極めて良好な画像が得られた。さらに、 $3000$ 枚耐久後も初期と同様、鮮明な画像が得られ、その時の $T_1/T_2$ 、 $T_3$ 、 $Q$ も $1/7$ 、 $19$ 重量%、 $11\mu\text{C/g}$ と初期とほとんど変化がなく安定していた。

#### 比較例 1

実施例 1 で使用したトナーと実施例 1 で調整した磁性粒子 $A_1$ とを $15:85$ の混合比率で混合し、実施例 1 と同様に画出し評価したところ、特に、低温低湿（ $15^\circ\text{C}$ 、 $10\%\text{RH}$ ）環境下において濃淡ムラ、カブリが発生した。またその時、 $T_1/T_2=4/1$ 、 $T_3=40$ 重量%となり、現像部における、スリーブ上と磁性粒子上とのトナーの振り分け及びトナー濃度の制御がコントロールされなかった。さらに、現像部のトナーの帯電量 $Q$ は $2.0\mu\text{C/g}$ と低かった。

#### 実施例 2

磁性粒子コード樹脂をフェニルメチルポリシロキサンワニス（固形分はフェライト粒子 $100$ 部に対し $1.5$ 部相当）とし、実施例 1 と同様の方法でフェライト粒子にコ

ーティングした磁性粒子を $5\text{kg}$ 得た。これを磁性粒子 $B_1$ とする。次に、磁性粒子 $B_1$   $100$ 重量部に対してポリフッ化ビニリデンテトラフルオロエチレン共重合体（ $80:20$ ）微粒子（ $1$ 次粒子径約 $0.7\mu\text{m}$ ）を $0.2$ 重量部、V型混合機を用いて分散処理し、磁性粒子 $B_2$ を得た。この時のポリフッ化ビニリデンテトラフルオロエチレン共重合体微粒子は、磁性粒子 $B_1$ との摩擦帯電量が $-8.8\mu\text{C/g}$ であった。

実施例 1 のトナーと磁性粒子 $B_2$ とを重量比率 $10:90$ で混合し実施例 1 と同様の画出しを行なったところ、実施例 1 と同様に恒温恒湿（ $20^\circ\text{C}$ 、 $60\%\text{RH}$ ）、低温低湿（ $15^\circ\text{C}$ 、 $10\%\text{RH}$ ）環境下において良好な結果が得られた。また、その時の現像部におけるトナー分配 $T_1/T_2$ 、トナー濃度 $T_3$ 、トナーの帯電量 $Q$ は全て良好な状態であった。

#### 比較例 2

実施例 1 の平均粒径 $11\mu\text{m}$ の赤色微粉体 $100$ 部にコロイダルシリカ $1.0$ 重量%とポリフッ化ビニリデンテトラフルオロエチレン共重合体微粒子（ $1$ 次粒子径約 $0.7\mu\text{m}$ ） $1.0$ 重量%とを添加しトナーとした。上記トナーと実施例 2 で調整した磁性粒子 $B_1$ とを $10:90$ の重量比率で混合し、実施例 2 と同様に画出しを行なったところ、恒温恒湿環境下において初期の画像は良好であったが、耐久数 $100$ 枚からトナーの取り込みが悪化した為スリーブ上の現像部における現像剤のトナー濃度が低下し、その結果画像濃度が低下してしまった。また低温低湿下においても耐久数 $60$ 枚程からトナー取り込み不良による画像濃度低下及び濃淡ムラ、カブリが悪化した。

#### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、簡単な構成により磁性粒子を使用する製造装置において、少量の磁性粒子を現像領域に介在させることで地カブリの無い、階調性良好な、かつ負性特性の無い、良好な画質を種々の環境下において得ることができた。

また、現像部におけるトナー濃度とトナー帯電量を制御し、さらに、トナーをスリーブ上と磁性粒子上で効率良く分配し、その両者から飛翔現像させることで交番電界中において、ほぼ $100\%$ 近い現像効率を達成することができた。これは現像装置構成として、小型化、簡素化を可能とするものである。

#### 【図面の簡単な説明】

第 1 図は本発明に係る現像方法による現像装置の縦断正面図、第 2 図は本発明に係る現像方法による現像部の拡大説明図である。

9 磁性粒子循環限定部材

4d N磁極

感光体ドラム 1

規制アレード 5

磁性粒子停止点 15

現像スリフ 3

現像部B

S磁極 4e

N磁極 4f

2 現像剤容器

7 磁性粒子

10 磁性部材

4g 磁極

4 磁石

11 現像剤補給容器部

6 電源

12 飛散防止部材

8 トナー粒子

(72)発明者 田谷 真明  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ  
ヤノン株式会社内

(72)発明者 嶋村 正良  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ  
ヤノン株式会社内

(56) 参考文献      特開 昭62-75686 (J P, A)  
                         特開 昭55-127569 (J P, A)